

ANALISIS PENGAMAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 400 KVA DENGAN FUSE CUT OUT

Putra Rizki Pratama¹⁾, Yusmartato²⁾, Akhiruddin³⁾, Ramayulis Nasution⁴⁾,

¹⁾Alumni Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UISU

^{2,3,4)}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UISU

yusmartato@ft.uisu.ac.id; ramayulis@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Dengan semakin besarnya beban dan bertambahnya panjang suatu jaringan distribusi, maka jumlah transformator distribusi akan semakin banyak pula dan jumlah gangguan akan semakin meningkat juga. Gangguan-gangguan tersebut bila tidak segera diantisipasi akan menyebabkan kerusakan pada berbagai peralatan listrik, sehingga untuk mencegah kerusakan tersebut perlu digunakan alat-alat pengaman yang secukupnya. Salah satu alat pengaman pada transformator distribusi 400 KVA yaitu Fuse Cut Out, karena mudah diinstalasikan maupun mudah dioperasikan. Fuse Cut Out digunakan pada jaringan sistem distribusi 20 KV, selain untuk mengamankan transformator juga digunakan untuk memproteksi saluran distribusi dari gangguan-gangguan arus lebih atau beban lebih.

Kata-Kata Kunci : Pengaman, Transformator Distribusi, Fuse Cut Out

I. Pendahuluan

Transformator distribusi adalah salah satu peralatan yang sangat penting dalam penyaluran energi listrik ke konsumen yang sangat memerlukan perhatian khusus pada perawatannya. Pemeliharaan sangat diperlukan untuk menghindari sekaligus mencegah resiko pemadaman yang diakibatkan oleh transformator dalam keadaan gangguan, dimana pemulihannya memerlukan waktu yang lama.

Permasalahan yang paling mendasar pada distribusi daya listrik adalah pada mutu, kontinuitas dan ketersediaan pelayanan daya listrik pada pelanggan. Penggunaan evaluasi keandalan sistem pada jaringan distribusi primer 20 KV merupakan salah satu faktor yang penting untuk menentukan segala langkah yang menjamin penanganan secara benar permasalahan yang mendasar tersebut, sehingga dapat diantisipasi terjadinya gangguan distribusi yang disebabkan karena menurunnya tingkat keandalan melampaui batas yang memadai atau karena kurangnya pemeliharaan, yang akan berakibat pada memendeknya umur dari peralatan yang bersangkutan.

Oleh sebab itu diperlukan suatu peralatan pengaman fuse cut out pada transformator distribusi dalam mengatasi hal tersebut, untuk menjaga sekaligus memelihara transformator tersebut agar terhindar dari terjadinya pemadaman yang diakibatkan oleh gangguan arus lebih atau beban lebih.

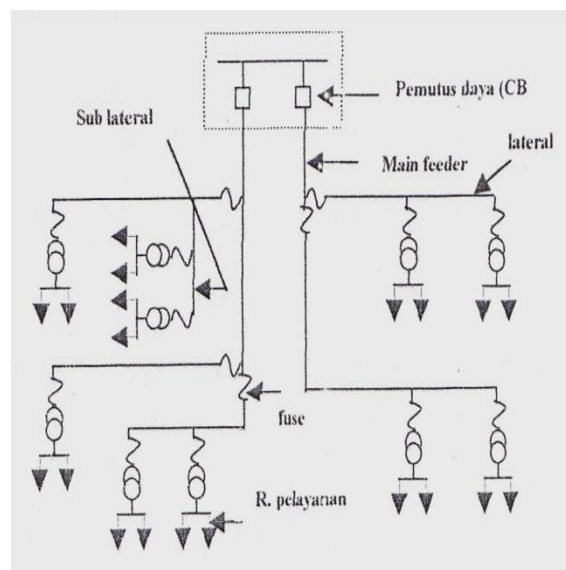
Untuk mengatasi gangguan atau penurunan mutu pelayanan tenaga listrik tersebut maka dilakukan Analisis Pengaman Transformator 400 KVA dengan Fuse Cut Out untuk mengamankan transformator tersebut sehingga pelayanan dapat terus baik dan transformator distribusi 20 KV tidak mengalami kerusakan dan gangguan dapat diatasi.

II. Tinjauan Pustaka

2.1. Jaringan Distribusi

1. Sistem distribusi primer adalah bagian dari sistem distribusi yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat suplai daya (gardu induk) ke pusat-pusat beban (gardu distribusi)
2. Sistem distribusi sekunder adalah bagian dari sistem distribusi yang bertugas menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik secara langsung dari transformator distribusi ke masing-masing konsumen seperti untuk mensuplai tenaga listrik ringan di kota-kota maupun di pedesaan, untuk penerangan jalan dan sebagainya.

Gambar 1 memperlihatkan bagan jaringan sistem distribusi radial.



Gambar 1. Bentuk Jaringan Radial

2.2 Fuse Cut Out

Fuse Cut Out adalah pengaman yang paling sederhana dibandingkan dengan alat pengaman lainnya, namun kelemahan dari pengaman jenis ini adalah penggunaan terbatas pada daya yang kecil.

Fuse Cut Out relatif ekonomis, tidak memerlukan rele atau peralatan transformator dan dapat diandalkan. Fuse Cut Out memiliki jangkauan yang luas dan dapat didesain sebagai “sekali pakai” atau peralatan yang dapat digunakan kembali dengan batang pelebur (link) yang dapat digantikan. Fuse Cut Out juga mempunyai kekurangan yang jelas karena tidak cocok untuk kontrol jarak jauh dan operasi saklar ganda.

Berdasarkan bentuk fisiknya maka Fuse Cut Out dapat dibedakan atas :

- Tertutup (Enclosed)
- Terbuka (Open)
- Elemen Terbuka (Open Link)

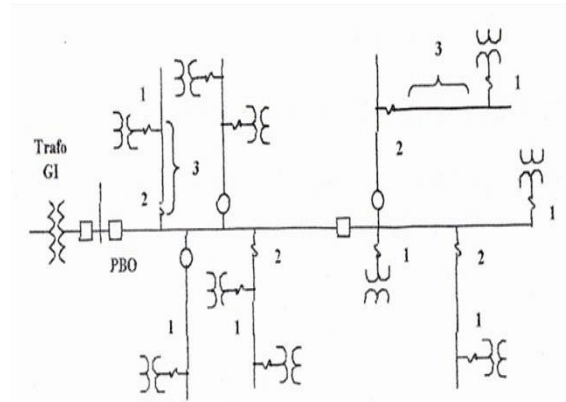
Untuk jaringan distribusi dimana arus gangguan terbesar hanya berkisar antara 0,75 sampai dengan 1,25 KA, maka lebih ekonomis dipasang Elemen Terbuka (seperti pada kelistrikan desa dimana jaringannya panjang, kawatnya kecil).

2.3 Penggunaan Fuse Cut Out Pada Transformator

Banyak faktor yang mempengaruhi kesalahan-kesalahan pada sistem jaringan distribusi diantaranya, kerusakan transformator, sambaran petir, kegagalan kerja peralatan listrik atau sistem perawatan terutama akibat kegagalan kerja isolasi, juga bisa akibat kesalahan yang dilakukan oleh manusia, ayunan konduktor sehingga saling terhubung sementara, jatuhnya kawat ke tanah akibat patahnya tiang dan lainnya yang mungkin bisa saja terjadi. Yang kesemua kesalahan tersebut dapat menyebabkan terjadinya hubung singkat dan juga disamping itu menyebabkan arus lebih yang melebihi dari arus pengenalnya sehingga mengakibatkan kerusakan pada suatu peralatan khususnya transformator.

Oleh karena itu alat protektif yang sederhana dan tertua yaitu Fuse Cut Out yang tepat sebagai solusinya. Karena Fuse Cut Out merupakan alat pengaman arus lebih yang paling umum dan banyak dipergunakan, juga merupakan alat pengaman paling andal.

Sebagai gambaran dari sistem, letak dan peralatan dimana Fuse Cut Out berfungsi, contoh dari sistem distribusi saluran udara tegangan menengah susunan radial dapat dilihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Letak posisi fuse cut out pada distribusi saluran udara tegangan menengah susunan radial

Keterangan Gambar 2 :

- Fuse Cut Out sebagai pengaman transformator distribusi
- Fuse Cut Out sebagai pengaman jaringan cabang
- Koordinasi antara dua Fuse Cut Out dalam hubungan seri.

2.4 Dasar Pemilihan Fuse Cut Out

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam pemilihan Fuse Cut Out, yaitu :

- Fuse Cut Out harus dapat merasakan arus lebih pada sistem yang diproteksi, dan arus lebih ini harus dapat meleburkan dengan baik elemen lebur (Fuse link)
- Fuse Cut Out harus tahan (tidak melebur dan berubah karakteristiknya) terhadap pengaruh arus beban lebih yang mungkin terjadi
- Fuse Cut Out harus tahan terhadap perubahan tegangan balik (transient recovery voltage). Khususnya untuk tipe ledakan (Tipe Expulsi)
- Fuse Cut Out harus dapat dikoordinasikan dengan alat proteksi lain pada sistem, sehingga mengurangi/memperkecil banyaknya konsumen yang menderita gangguan.

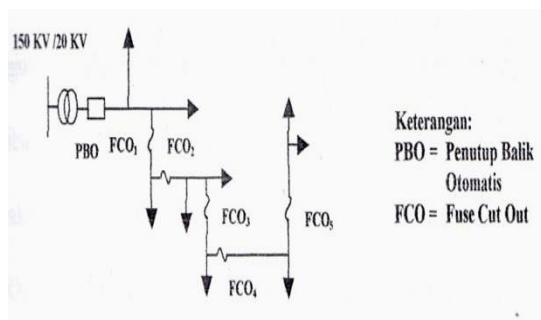
Fuse Cut Out bukanlah membatasi beban lebih tetapi hanyalah untuk pengamanan terhadap pengaruh buruk atas arus lebih

2.5 Fungsi Fuse Cut Out

Secara umum fungsi Fuse Cut Out dalam suatu rangkaian listrik adalah untuk setiap saat menjaga atau mengamankan rangkaian berikut peralatan atau perlengkapan yang tersambung padanya dari kerusakan gangguan akibat arus yang melebihi arus pengenalnya. Kesempurnaan kerja Fuse Cut Out tidak hanya tergantung pada ketelitian pembuatannya, tetapi juga pada ketepatan cara penggunaan dan perawatannya.

Jika Fuse Cut Out tidak secara tepat digunakan dan dipelihara, dapat menyebabkan Fuse Cut Out tidak berfungsi dengan baik sehingga waktu terjadinya hubung singkat, arus itu dapat menimbulkan kerusakan peralatan.

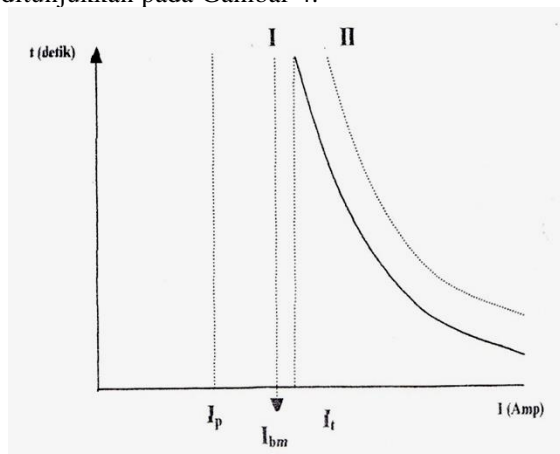
Pada jaringan distribusi primer, Fuse Cut Out berfungsi untuk membatasi luas daerah pelayanan yang terganggu jika disuatu tempat terjadi gangguan hubung singkat. Dengan menggunakan Fuse Cut Out secara baik dan benar maka pada waktu terjadi hubungan singkat sebagai beban tetap dapat dilayani. Pada Gambar 3. ditunjukkan diagram satu garis dari suatu jaringan distribusi tegangan menengah yang dilengkapi dengan Fuse Cut Out. Untuk memenuhi hal di atas, maka kerja dari Fuse Cut Out di sisi hulu dengan Fuse Cut Out di sisi hilir harus berkoordinasi dengan baik.



Gambar 3. Beberapa Fuse Cut Out yang dipasang secara seri di Jaringan Distribusi Primer

2.6 Karakteristik Fuse Cut Out

Meleburnya elemen Fuse Cut Out disebabkan oleh arus yang mengalir pada elemen Fuse Cut tersebut. Kecepatan meleburnya elemen Fuse Cut Out tergantung pada besarnya arus yang mengalir pada elemen itu. Hubungan antara arus dengan waktu meleburnya elemen Fuse Cut Out disebut karakteristik arus waktu. Karakteristik ini dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Karakteristik Fuse Cut Out

Pada Gambar 4. terlihat bahwa Fuse Cut Out mempunyai sepasang garis lengkung arus waktu. Lengkungan pertama yang berada pada sisi bawah

adalah lengkung waktu lebur minimum (minimum melting time) yaitu saat elemen Fuse Cut Out mulai meleleh pada harga arus dan waktu tertentu. Lengkungan kedua berada sejajar di atasnya adalah waktu pembebasan maksimum (maximum clearing time) yaitu waktu terlama elemen Fuse Cut Out putus bila dialiri dengan nilai arus tertentu. Pada ujung lengkung pertama dinamakan arus batas (I_b) yaitu dengan arus sebesar ini Fuse Cut Out sudah dapat putus dalam waktu yang agak lama. Umumnya kemampuan Fuse Cut Out untuk memikul arus terus menerus atau arus beban maksimum (I_{bm}) yang diizinkan adalah 150% dari nilai arus pengenalnya sehingga hubungan antara arus pengenal (I_{peng}) dengan arus beban (I_{bm}) dapat ditulis sebagai berikut :

$$I_{bm} = I_p \times 150\%$$

$$I_{peng} = \frac{I_{bm}}{1,5}$$

Suatu Fuse Cut Out dengan Fuse Cut Out lainnya dapat dibedakan dari ratio kecepatan leburnya (RKL). Ratio kecepatan leburnya dari suatu Fuse Cut Out didefinisikan sebagai berikut :

- Untuk Fuse Cut Out yang arus pengenalnya sampai 100 A :

$$RKL = \frac{\text{Arus leleh min pada } t = 0,1 \text{ detik}}{\text{Arus leleh min pada } t = 300 \text{ detik}}$$

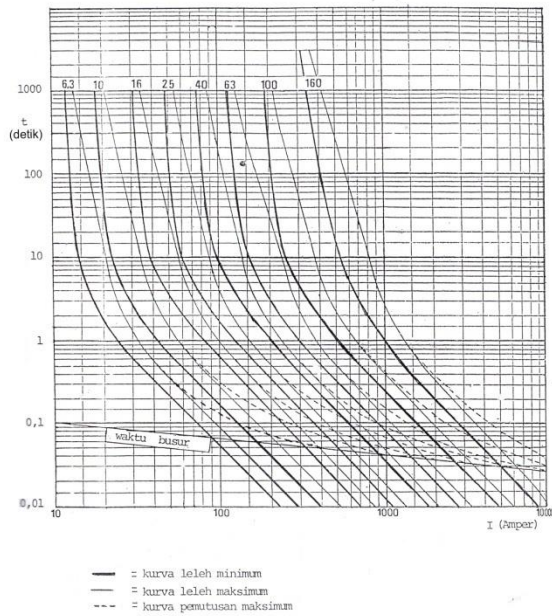
- Untuk Fuse Cut Out yang arus pengenalnya lebih besar dari 100 A :

$$RKL = \frac{\text{Arus leleh min pada } t = 0,1 \text{ detik}}{\text{Arus leleh min pada } t = 600 \text{ detik}}$$

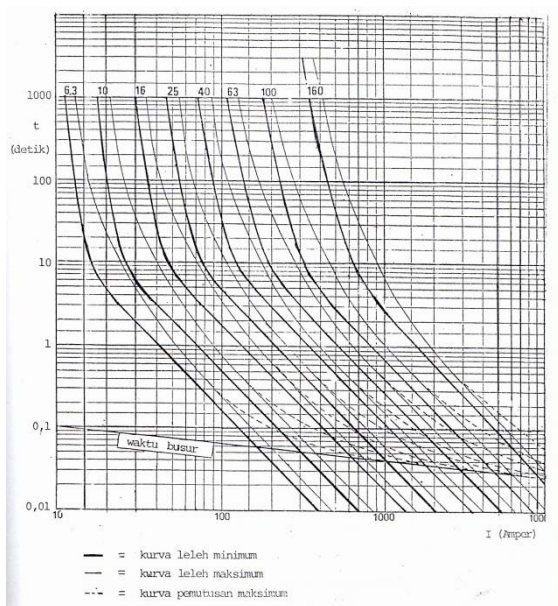
Pada Gambar 5 dan 6 ditunjukkan karakteristik dari Fuse Cut Out tipe cepat (K) dan tipe lambat (T) untuk berbagai arus pengenal. Perbedaan antara kedua tipe ini adalah pada ratio kecepatan leburnya.

Dari Gambar 5, dan 6, karakteristiknya dapat ditentukan bahwa RKL Fuse Cut Out tipe K adalah 6 – 8, sedangkan RKL Fuse Cut Out tipe T adalah 10 – 13.

Jadi jelaslah bahwa perbedaan karakteristik Fuse Cut Out antara tipe K dengan tipe T adalah ditentukan lengkung karakteristiknya. Lengkungan karakteristik tipe K lebih curam dibandingkan dengan lengkung karakteristik tipe T pada nilai arus yang lebih besar.



Gambar 5. Karakteristik Fuse Cut Out tipe K



Gambar 6. Karakteristik Fuse Cut Out tipe T

Pemilihan Rating Fuse Cut Out

a. Pemilihan rating arus

Rating arus Fuse Cut Out harus dipilih sehingga sama atau lebih besar dari arus beban maksimum pada jaringan. Didalam menentukan arus beban ini harus dipertimbangkan pula pertumbuhan beban dan juga pada kemungkinan arus beban lebih termasuk akibat harmonisa. Berikut ini terlihat rating-rating Fuse Cut Out :

- Rating arus elemen lebur (Fuse Link) yang tersedia (menurut IEC) 1-1.25-1.6-2-

2.5-3.15-4-5-6.3-8 dan untuk rating selanjutnya masing-masing dikali 10.

- Rating arus Fuse basenya yang tersedia 50, 100, 200, dan 400 A

b. Pemilihan rating tegangan

Rating tegangan Fuse Cut Out tidak boleh lebih kecil dari tegangan tertinggi sistem.

c. Pemilihan rating interupsi

Rating interupsi seimbang dari Fuse Cut Out adalah sama atau lebih besar dari arus gangguan maksimum yang dihitung pada sisi beban Fuse Cut Out. Besarnya rating interupsi yang tersedia menurut IEC (dalam KA) adalah : 1-1.25-1.6-2-2.5-3.15-4-5-6.3-8 dan kelipatan 10-nya. Rating interupsi ini boleh dipakai untuk Fuse Cut Out dan pengamanan lebur pembatas arus (*current limiting fuse*).

Kemudian pilih rating fuse link yang tersedia dengan besar arus diatas I_p Maksimum 2,5 kali arus primer nominal transformator distribusi. Rating fuse link : 3, 5, 6, 8,10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 65, 80, 100 Amp. Gambar 7, memperlihatkan bentuk fisik dari fuse link.



Gambar 7. Bentuk fisik dari Fuse link

III. Pembahasan

3.1 Pemiihan Rating Fuse Cut Out Untuk Mengamankan Transformator.

Data transformator Distribusi :

Daya	: 400 KVA
Tegangan	: 20 KV – 380 V
Fasa	: 3 phasa

Arus Primer :

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{400 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 11,54 \text{ Ampere}$$

(di sisi primer)

Arus Sekunder :

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{400000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V}} = 607,73 \text{ Ampere}$$

(di sisi sekunder)

Dari Tabel 1 diperoleh arus pengenal Fuse Cut Out pada sisi primer adalah 25 Ampere untuk tipe T dan sisi sekunder adalah 630 Ampere.

Tabel 1. Pengenal fuse cut out

Transfor mator distribusi Daya Pengenal (KVA)	Pelebur primer 24KV Arus pengenal (A)				Pelebur sekunder (230/400V) Arus pengenal (A)	
	Tipe T		Tipe K			
Phasa tiga, 20 KV	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
50	-	-	6,3	6,3	80	100
100	6,3	8	6,3	10	160	200
160	10	12,5	10	12,5	250	250
200	10	12,5	16	20	315	315
250	16	16	16	25	400	400
315	20	25	20	31,5	500	500
400	25	25	25	40	630	630
500	25	31,5	31,5	40	800	800
630	40	40	40	63	1000	1000
800	50	63	50	80	1250	1250
1000	63	63	63	100	1600	1600

(Publikasi IEC 282-2(1970) /NEMA) di sisi primer berikut fuse jenis pembatasan arus

(Publikasi IEC 269-2(1973) di sisi sekunder (230/400) yang merupakan pasangan yang diselaraskan sebagai pengaman transformator distribusi.

IV. Kesimpulan

Dari pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Fuse Cut Out merupakan suatu alat pemutus yang cara kerjanya dengan meleburnya bagian dari komponennya yang dinamakan Fuse link yang telah dirancang khusus dan disesuaikan ukurannya, dan akan memutuskan arus bila arus tersebut melebihi suatu nilai tertentu dalam waktu yang cukup.

2. Fuse Cut Out memiliki sifat karakteristik arus waktu dan rating-rating dalam mengamankan suatu gangguan.
3. Fuse Cut Out terdapat dalam pasangan luar yang tugasnya mengamankan gangguan-gangguan pada saluran cabang dan transformator distribusi.
4. Keuntungan dari Fuse Cut Out yaitu jika elemen Fuse telah putus maka tabung Fuse Cut Out akan lepas secara mekanis dari kontakannya sebelah atas dan nampak tergantung sehingga memudahkan teknisi untuk mengetahui bahwa Fuse Cut Out telah putus dan melebur.

Daftar Pustaka

- [1] Abdul Kadir, 2000, *Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik*, Penerbit Universitas Indonesia.
- [2] Djiteng Marsudi. Ir, 1990, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Balai Penerbit Dan Humas ISTN, Jakarta
- [3] Makalah Seminar Kerja Praktek, *Trafo Distribusi Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV Di PT.PLN (Persero) Upj Semarang Selatan*, oleh : Cahyo Ariwibowo (L2F006023) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [4] Pabla A.S. Alih Bahasa Abdul Hadi. Ir, 1986, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Erlangga, Jakarta.
- [5] PT.PLN (Persero), Materi Kursus, *Sistem Proteksi*, Jasa Pendidikan dan Pelatihan.
- [6] PT.PLN (Persero), 2009, *Buku Petunjuk Batasan Operasi Dan Pemeliharaan Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik, Lightning Arrester* (No. Dok: 12-22/HARLUR-PS/2009).
- [7] www.fuse-cutout.com/China Cut Out Fuse Series/ fuse-cutout.com
- [8] www.firon.ca/Belvolt/Web/BVCM.../IF.pdf TIT LE Model (1)